



## Embryological studies on *Baculentulus densus* (Imadate) (Hexapoda: Protura, Acerentomidae)

著者	福井 眞生子
内容記述	Thesis (Ph. D. in Science)--University of Tsukuba, (A), no. 5366, 2010.3.25 Includes bibliographical references (leaves 35-43)
発行年	2010
URL	<a href="http://hdl.handle.net/2241/106206">http://hdl.handle.net/2241/106206</a>

[215]

氏 名 (本籍)	ふく い まき こ 福 井 真生子 (宮 崎 県)		
学 位 の 種 類	博 士 (理 学)		
学 位 記 番 号	博 甲 第 5366 号		
学位授与年月日	平成 22 年 3 月 25 日		
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当		
審 査 研 究 科	生命環境科学研究科		
学 位 論 文 題 目	<b>Embryological studies on <i>Baculentulus densus</i> (Imadaté)</b> <b>(Hexapoda: Protura, Acerentomidae)</b> (サイコクカマアシムシ <i>Baculentulus densus</i> (Imadaté) の発生学的研究 (六脚類: カマアシムシ目・クシカマアシムシ科))		
主 査	筑波大学教授	理学博士	沼 田 治
副 査	筑波大学教授	博士 (理学)	和 田 洋
副 査	筑波大学教授	理学博士	山 岸 宏
副 査	筑波大学准教授	理学博士	町 田 龍一郎

## 論 文 の 内 容 の 要 旨

節足動物の一大グループである六脚類の単系統性、その高次系統としての“内顎類 [= 欠尾類 (= カマアシムシ目 + トビムシ目)] - 外顎類 [= イシノミ目 + 双関節丘類 (= シミ目 + 有翅昆虫類)] システム”は広く支持されてきた。しかし近年、古生物学、機能形態学、比較発生学の観点から、内顎類の単系統性を再検討しようという動きがでてきた。また、内顎類という高次クレード、さらには六脚類自体も、それぞれ、「内顎口」と「発達した三対の歩脚をもつ三節からなる胸部と付属肢を欠く (あるいは付属肢の発達が悪い) 腹部」以外に固有派生形質をもたず、形態学的な裏づけに乏しいということも指摘されている。以上のような状況のなかで、六脚類のグラウンドプランや高次系統を理解することは以前にも増して重要となっている。

本研究の材料であるカマアシムシ目は、節状尾節、増節変態などの際立った祖先的形態形質を保持していることから、六脚類の最原始系統群の一つと考えられており、上に示したような系統学的問題の議論において、鍵をにぎる分類群として大変重要である。このような議論において、比較発生学的アプローチは最も有効な手段の一つである。しかし、カマアシムシ目の発生学的研究は、その飼育、採卵の難しさから、まったく行われてこなかった。

本論文において、著者は、比較発生学的な六脚類の基本的体制の理解、六脚類の起源、高次系統の再構築を目指し、困難さを克服して、カマアシムシ目の発生学的研究を行ない、系統学的議論を展開した。

本論文により、カマアシムシ目の胚発生過程が初めて明らかになった。

1. 卵は全割型の卵割を行い、卵割核は表層に移動して一層の胚盤葉を形成する。
2. 胚盤葉は卵表を広く覆うほどに長大な胚域と、胚域で囲まれた狭い胚外域すなわち漿膜に分化する。
3. 羊膜は分化せず、胚膜は漿膜のみからなる。 1) 胚の頭端、尾端に挟まれた漿膜は肥厚を開始し、一次背脊が分化する；2) 漿膜細胞は胚の細胞と同様に有糸分裂で増殖する；3) 漿膜は胚分化能を保持しており、最終的に退化することなく背閉鎖に参加し背板に分化する。
4. 姿勢転換は、胸部と腹部の境から屈曲し姿勢を変えろという、単純な姿勢転換である。

5. 内顎口は他の内顎類とは異なる様式で形成される。 1) 大顎体節、小顎体節、下唇体節背板は腹方に伸長し、口褶が形成される; 2) 下唇体節背板は特によく発達し、下唇の後方に拡張、下唇の後縁を完全に被覆する; 3) 口褶の上限には、小顎体節背板と下唇体節背板間に陥入する後幕状骨陥入が位置し、このことから口褶は subgenal plate と同定される。

本論文で明らかになった、1) 全割型の卵割様式、2) 長胚型胚帯、3) 漿膜からなる胚膜系、4) 一次背器の分化、5) 単純な胚運動というカマアシムシ目で確認された発生学的特徴は、六脚類における祖先形質状態と理解できる。

本論文により、カマアシムシ目の内顎口形成は他の内顎類、すなわちトビムシ目、コムシ目のそれと大きく異なること、また、内顎類3目の内顎口は互いに異なるプランで形成されることが明らかになった。このことから、内顎類3目の内顎口が平行的に獲得されたとの可能性が十分に考えられ、内顎口を唯一の固有派生形質とする本群は必ずしも支持されないことになる。さらに、今回のサイコクカマアシムシの内顎口形成の検討から、内顎口の最も重要な要素である口褶は、多足類、外顎類にも共通して存在する subgenal plate 由来であることが論証された。このことは、内顎口の平行的獲得が十分に起きうることを示唆する。したがって、六脚類ベースの再構築は、「内顎類」という枠組みを超えて展開できることになる。

カマアシムシ目の漿膜が胚分化能を保持しているということは、胚と胚膜の機能分化の進化的変遷との観点から大変重要である。カマアシムシ目以外の六脚類においては、漿膜は一時的背閉鎖としてのみ機能し、最終的背閉鎖に参加しない、すなわち、六脚類の姉妹群と目される多足類、甲殻類にみられる状況より胚と胚膜の機能分化が一步進んでおり、漿膜は胚分化能を失っている。これに対し、カマアシムシ目の漿膜は多足類、甲殻類と同様に胚分化能を保持している。すなわち、胚と胚膜の機能分化の進化的変遷との観点から、カマアシムシ目は、六脚類のグラウンドプランから大きく逸脱している。今回得られたカマアシムシ目のデータを Machida et al. (2002) が提出した胚と胚膜の機能分化の進化的変遷のシェマに加えることにより、“多足類/甲殻類+カマアシムシ目+ [トビムシ目+ (コムシ目+外顎類)]” との系統学的理解が導かれる。本研究が提出する六脚類の系統仮説は、これまでの形態学的・分子系統学的立場から提唱されてきたどの仮説とも異なる、説得力のある新たなものである。ここにおいて、カマアシムシ目が六脚類の最原始系統群と理解される可能性があるとともに、「六脚類」というアセンブリの妥当性も議論されなければならない。同時に、従来支持されてきた「内顎類」、「欠尾類」のステータスは棄却される。

## 審 査 の 結 果 の 要 旨

本論文において、福井氏は六脚類カマアシムシ目の胚発生過程を詳細に記載、検討し、カマアシムシ目の胚発生の特徴を明らかにした。得られた知見をもとに包括的な比較発生学的議論を展開し、六脚類のベースの再構築を試み、新たに説得力のある系統仮説を提出した。カマアシムシ目の発生学的研究は、そのポテンシャルゆえに希求されてきたが、困難さゆえにいずれの試みも、本目が発見されてからの100余年の間、失敗に終わってきた。福井氏は本論文において初めてカマアシムシ目の胚発生を明らかにしたのであり、その発生学的記載ならびに系統学的議論もたいへん質が高い。動物界最大群である六脚類の包括的理解に大いに貢献するものであり、本論文は当該分野の今後の発展に大いに資する労作である。

よって、著者は博士(理学)の学位を受けるに十分な資格を有すると認める。